UDC: 004.891.2 https://doi.org/10.15407/jai2023.02.088

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПРОГНОЗУВАННІ ЕКОНОМІЧНОЇ МОДЕЛІ

А.В. Калюжняк
Запорізький національний університет, Україна
вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, 69600
anastasia.korgun@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4837-7566

Анотація. Через стрімке зростання штучного інтелекту (ШІ) активно тривають дискусії, чи має він позитивний вплив на економічний розвиток. Однак існує лише деяке уявлення про те, яку роль і місце технології штучного інтелекту насправді відіграють в економічному розвитку. У даній статті буде розглянуто дослідження, зосереджене на створенні програмного забезпечення з прогнозування економічної моделі та обговорення на перетині штучного інтелекту та економічного розвитку. Зокрема, було проаналізовано існуючі дослідження в галузі економічного моделювання за допомогою бібліометричного інструменту Bibliometrix, представляючи внутрішню структуру та зовнішні характеристики галузі через різні метрики та алгоритми. Результати бібліометричного аналізу свідчать про те, що кількість публікацій у галузі за останні роки зросла. Крім того, глибоке навчання та дослідження, пов'язані з інтелектуальним аналізом даних, є ключовими напрямками на майбутнє. Тому науковці, віддані цій галузі, розвинули тісну співпрацю та спілкування за всіма напрямками. З іншого боку, аналіз демонструє, що більшість досліджень зосереджено на п'яти аспектах інтелектуального прийняття рішень, соціального управління, праці та капіталу, промисловості та інновацій. Результати дослідження є перспективними для вчених у Стратегії економічного розвитку України.

Ключові слова: великі дані, еконографологія, економіка, економічне моделювання, навчальна машина, нейронні мережі, штучний інтелект.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION IN THE FORECASTING OF ECONOMIC MODEL

A. Kaliuzhniak
Zaporizhzhia National University, Ukraine
Zhukovskoho str., 66, Zaporizhzhia, 69600
anastasia.korgun@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4837-7566

Abstract. Due to the rapid growth of artificial intelligence (AI), there are active discussions whether it produces a positive effect on economic development. However, there is vague understanding of what role and place artificial intelligence technology actually plays in economic development. This article will review the research focused on the creation of economic model forecasting software and discussion of the intersection of artificial intelligence and economic development.

In particular, the existing research in the field of economic modeling was analyzed applying the bibliometric tool Bibliometrix, presenting the internal structure and external characteristics of the field through various metrics and algorithms.

The results of the bibliometric analysis indicate that the number of publications in the field has increased in the recent years. In addition, deep learning and research related to data mining are key areas for the future investigations.

Therefore, scientists dedicated to this field have developed close cooperation and communication in all directions. On the other hand, the analysis shows that the bigger part of the research is focused on five aspects of intellectual decision-making, social management, labor and capital, industry and innovation.

The results of the study are prospective for scientists within the Strategy of Economic Development of Ukraine.

Keywords: big data, econographology, economics, economic modeling, learning machine, neural networks, artificial intelligence.

Вступ

Останнім часом використання штучного інтелекту (ШІ) у різних галузях досліджень, у технічних науках або соціальних науках є більш поширеним і швидким у наші дні. Він пропонує різні варіанти моделей і додатків (машинне навчання). ШІ з кожним днем бере активнішу участь у нашому повсякденному житті. А отже, економічне моделювання не може уникнути цього. Основна ідея штучного інтелекту полягає в тому, щоб перевести людське мислення та дії в електронну або механічну машину, щоб допомогти оцінити та вирішувати щоденні проблеми. ШІ не є чимось новим, він насправді існує давно. Згідно з цим дослідженням, штучний інтелект був офіційно інституціоналізований у 1940-х роках під час створення першого апаратного (комп’ютерного) та програмного забезпечення (ручне програмування) у середині Другої світової війни. Застосування штучного інтелекту в цей історичний час полягало в тому, щоб перехоплювати зашифровані кодові повідомлення від німецьких нацистів та японського імператорського флоту, щоб запобігти нападу на великі вантажні кораблі, які постачали товари до Великобританії зі США в критичні часи Другої світової війни [1].

Також необхідно згадати великий внесок Алана Тюрінга, «батька штучного інтелекту» та сучасної комп’ютерної науки, у створенні механічного електричного комп’ютера під назвою Enigma (проєкт британської розвідки) і першої теоретичної основи ручного алгоритму. Основною ідеєю створення Enigma було перехоплення та декодування зашифрованих повідомлень від вторгнень німецьких і японських військ повітрям, морем і сушею на стратегічні позиції союзників і цілі громадянського суспільства [2]. Ці академічні винаходи відкривають нову еру в ШІ. Проте було виявлено, що застосування ШІ в економічному моделюванні представляє нескінченні виклики та можливості. Необхідно сказати, що використання програмування, програмного забезпечення та додатків є початком ШІ в економічному моделюванні. Для цього можемо згадати кількох дослідників, які використовували ШІ в економічному моделюванні, економіці та фінансах, таких як: Acemoglu, Daron і Pascual Restrepo (2018); Біклі, С. Дж., Чан, Х. Ф. і Торглер, Б. (2022); Кальвано, Е., Кальцоларі, Г., Деніколо, В., Харрінгтон, Дж. Е., і Пасторелло, С. (2020); Кокберн, І.М., Хендерсон, Р., і Стерн, С. (2019); Duarte, P.G., & Giraud, Y., (2020); Dyer-Witheford, N., Kjosen, A., & Steinhoff, J. (2019); Ghoddusi, H., Creamer, G.G., & Rafizadeh, N. (2019); Гмайнер, Р. і Харпер, М., (2021).

Усі ці дослідники представляють різні погляди від історичних до технічних. У даних дослідженнях можемо спостерігати застосування штучного інтелекту в економічному моделюванні, а економіка може показати великий список потенційних застосувань. Тому, дана дослідницька стаття розкриває питання розробки програмного забезпечення на основі ШІ, яке зможе пропонувати економічне прийняття рішень. Дане програмне забезпечення використовуватиме штучний інтелект (AI), великі дані, науку про дані, нейронні мережі та еконографологію. Основною метою розробки є вирішення будь-яких економічних або фінансових проблем. Також дане ПЗ має допомогти науковцям та економістам швидше та ефективніше знайти можливі рішення чи рекомендації. ПЗ використовуватиме велику базу даних, яка складатиметься зі статей, пов’язаних з економічним розвитком та моделями. Для успішного проведення дослідження необхідно визначити загальне визначення економічного моделювання. Згідно з проаналізованими дослідженнями «економічне моделювання» можна визначити як академічну або емпіричну дослідницьку роботу, яка підтримується використанням різних теорій, а також кількісних або якісних моделей і методів для аналітичної оцінки причин і впливів будь-якої економіки на суспільство будь-де та будь-коли.

Як невід’ємну частину цього визначення, «економічний» визначається як «теоретичний або технічний інструмент,

який розроблений для вирішення конкретних проблем, що впливають, прямо чи опосередковано, на суспільства в різні періоди часу та географічні простори» [3]. База даних для програми прогнозування повинна базуватися на класифікації декількох економічних категорій, де кожна категорія є місцем зберігання бази даних.

Основна ідея використання практичних економічних підходів полягає в тому, щоб знайти відповідну та застосовну політику, яка може допомогти зменшити негативний вплив будь-яких економічних і соціальних проблем у суспільстві найбільш ефективним і реалістичним способом [3].

Розробка ПЗ на основі ШІ Основною метою економічного моделювання є створення різних відкаліброваних сценаріїв та різних рівнів ризику для оцінки можливих рішень будь-якої економічної проблеми. Головним завданням моделювання економіки є перехід від динамічного економічного моделювання до економічного моделювання в реальному часі. Другою проблемою в аналізі економічного моделювання є використання штучного інтелекту, також відомого як підхід нейронних мереж. Нейронні мережі є потенційно важливим і цінним інструментом для аналізу економічного моделювання. Основним завданням нейронних мереж є вибір великої бази даних, а також найбільш оптимальних рекомендацій і пропозицій для вирішення будь-якої соціально-економічної проблеми. Ці рекомендації та пропозиції отримуються з великої бази даних минулого досвіду успішних теоретичних або експериментальних випадків (Рис.1).

```
// Побудова нейронної мережі

Scope root = Scope::NewRootScope();
auto input = Placeholder(root, DT_FLOAT);
auto hiddenWeights = Variable(root, {2, 10}, DT_FLOAT);
auto hiddenBiases = Variable(root, {10}, DT_FLOAT);
auto hiddenLayer = Relu(root, Add(root, MatMul(root, input, hiddenWeights), hiddenBiases));

auto outputWeights = Variable(root, {10, 1}, DT_FLOAT);
auto outputBiases = Variable(root, {1}, DT_FLOAT);
auto outputLayer = Add(root, MatMul(root, hiddenLayer, outputWeights), outputBiases);

// Визначення оптимізатора і функції втрат
auto labelsPlaceholder = Placeholder(root, DT_FLOAT);
auto loss = Mean(root, Square(root, Sub(root, outputLayer, labelsPlaceholder)), {0});
auto optimizer = GradientDescentOptimizer(root, 0.001);
auto train_op = optimizer.minimize(loss);
```

Рис.1. Побудова нейронної мережі

Таким чином, адаптація штучного інтелекту до аналізу економічного моделювання безпосередньо пов’язана з новими математичними методами та техніками, теорією хаосу, логічною математикою, еконофізикою, нейронними мережами, передовим комп’ютерним програмуванням, віртуальною реальністю, робототехнікою, швидшою розробкою програмного забезпечення та надійною апаратною підтримкою.

Наступним глибоким перетворенням аналізу економічного моделювання є природний органічний інтелект економічного моделювання. Він заснований на взаємодії мегакомп’ютерів, нового програмного забезпечення та додатків, заснованих на використанні складних і передових комп’ютерних мов і спеціалізованих математичних алгоритмів, а також інструментів штучного інтелекту та робототехніки. Крім того, існує висока

ймовірність застосування нових багатовимірних графічних моделей разом з голограмами. Голограми зможуть показати будь-якому досліднику складні та динамічні дані в реальному часі. Це також дає досліднику нове візуальне сприйняття економічних проблем з багатовимірної перспективи (Рис.2).

Дослідник може включити в голограму змінні та рівняння будь-якої економічної проблеми в процесі спостереження, аналізу та економічного моделювання. Отже, можна стверджувати, що відсутність неекономічних змінних може значно збільшити вразливість будь-якого економічного моделювання. Таким чином, це передбачає, що будь-яке економічне моделювання має враховувати широкий спектр факторів, включаючи непередбачені фактори. Ці фактори включають, серед іншого, тенденції стихійних лих, зміну клімату, тероризм, злочинність і насильство, поширення бідності, релігію та переконання, систему освіти, соціальні події та явища, соціальні норми. Однак слід припустити, що всі ці фактори підтримують постійну кількісну та якісну трансформацію в різні історичні періоди суспільства згідно із застосуванням припущення [4].

Робота програмного забезпечення з прогнозування економічної моделі має декілька етапів:

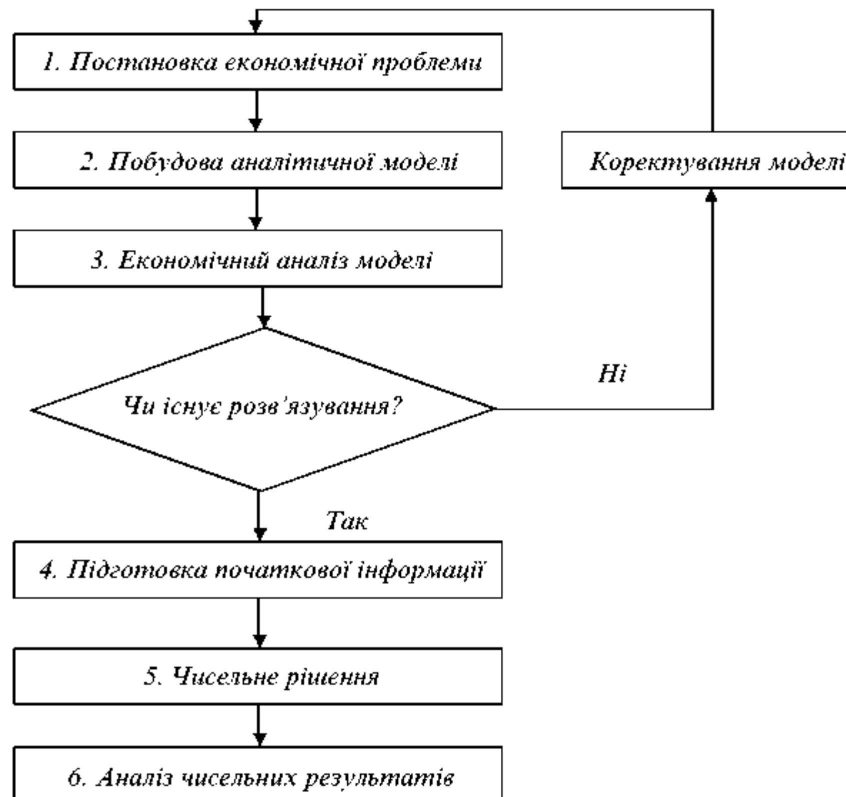


Рис. 2. Процес вибору економічної моделі

– введення та зберігання великої кількості документів;

– візуалізація багатовимірних графіків у реальному часі;

– сповіщення про можливий збій у різних сценаріях політики в одному графічному просторі;

– пошук можливого набору рішень (або економічної політики) відповідно до позиції на графіку в його багатовимірній системі координат фізичного простору відповідно;

– звіт із коротким списком рекомендацій або пропозиції щодо вирішення проблеми неправильної чи

нестабільної поведінки багатовимірного графіка.

Звіт виходить з останнього часткового диференціювання (f_i) із великого списку документів із високим рівнем цитування (Sx_i).

Тому, дана програма застосовуватиме часткове диференціювання (f_i) від першої групи документів із рішеннями з високим рівнем цитування, доки не прийде до остаточного рішення з високим цитуванням. Ідея полягає в налагодженні (∇), доки ми не зможемо досягти найкращої статті з більш високим цитуванням у рішенні з меншим ризиком і меншою вразливістю.

$$f(Sx_1) = Sx_1 \nabla Sx_2 \nabla \ldots \nabla Sx_\infty$$
$$f(Sx_2)' = Sx_1 \nabla Sx_2 \nabla \ldots \nabla Sx_\infty$$
$$f(Sx_3)'' = Sx_1 \nabla Sx_2 \nabla \ldots \nabla Sx_\infty$$
$$. = . \qquad .$$
$$f(Sx_i^i) = 0 \; thus \; i = 1{,}2 \ldots \infty$$

Отже штучний інтелект (ШІ) — це лише механічний і логічний порядок інформації, який зберігаємо в базі даних. Пізніше, оцінюємо велику базу даних відповідно до параметрів і логічних рішень щодо виділення та пошуку загальних слів чи речень (якісні дані) або сум і дат (кількісні дані), які дотримуються певної логіки та порядку відповідно до інструкцій. Згодом, було отримано список можливих результатів під коротким чи довгим описом або графічно, щоб мати краще уявлення про можливі результати та можливі часткові рекомендації. Згідно з цим дослідженням, ШІ може допомогти процесу моделювання політики в розрахунковій частині та частково аналіз будь-якої соціально-економічної проблеми в даний момент. Тому, можемо спостерігати, що в моделюванні політики в теперішньому чи майбутньому часі завжди може бути так багато обмежень, таких як відсутність креативності, ідей, ірраціональності, лаконічності, уяви та людяності. Можна сказати, що штучному інтелекту потрібно більше часу, щоб включити його в моделювання політики. Бачимо, що ШІ може відігравати важливу роль в розрахунковій частині та аналізі даних. Поки що це не можна сказати про висновки, прийняття рішень і рекомендацій. Дослідження показує, що штучний інтелект у моделюванні політики може відкрити нове поле для науковців, політиків і соціологів у вивченні складних і динамічних соціально-економічних проблем, які можуть вплинути на наше суспільство в будь-який час і в будь-якому місці без кордонів.

Висновки

Моделювання політики постійно розвивається та змінюється з надзвичайною швидкістю відповідно до швидкої зміни соціальних, економічних і політичних реалій світу. Моделювання постійно збагачується та покращується завдяки використанню нових дослідницьких підходів і дослідженню нових дослідницьких областей, одного з ШІ. Отже, штучний інтелект у моделюванні політики є потужним аналітичним інструментом, який адаптує будь-яку техніку, методологію, метод і дослідницький підхід із широкого кола дисциплін. Штучний інтелект, нейронні мережі, великі дані, навчальна машина, науки про дані, еконографологія – необхідні для того, щоб чітко пояснити складні соціально-економічні проблеми, які впливають на різні соціальні групи в різних географічних регіонах протягом різних історичних епізодів. ШІ обов'язково зробить центральний внесок у цю життєво важливу справу моделювання економіки та Стратегії розвитку України.

Література

1. Acemoglu, Daron, and Pascual Restrepo. (2018). "Artificial Intelligence, Automation and Work." In The Economic of Artificial Intelligence: An Agenda, ed. Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb. Chicago: University of Chicago Press.
2. Bickley, S.J., Chan, H.F. and Torgler, B. (2022). Artificial intelligence in the field of Economic. Scientometrics 127, 2055–2084.
3. Cockburn, I. M., Henderson, R., and Stern, S. (2019). The Impact of Artificial Intelligence on Innovation, in: Agrawal, A., Gans, J. Goldfarb and (Eds.), The Economic of Artificial Intelligence: An Agenda. University of Chicago Press, pp. 115–146.

4. Ghoddusi, H., Creamer, G. G., and Rafizadeh, N. (2019). Machine learning in energy Economic and finance: A review. Energy Economic, 81, 709–727.

5. Ruiz Estrada, M.A. (2017). "An Alternative Graphical Modeling for Economic: Econographicology." Quality and Quantity, 51(5):2115-2139.

References

1. Acemoglu, Daron, and Pascual Restrepo. (2018). "Artificial Intelligence, Automation and Work." In The Economic of Artificial Intelligence: An Agenda, ed. Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb. Chicago: University of Chicago Press.

2. Bickley, S.J., Chan, H.F. and Torgler, B. (2022). Artificial intelligence in the field of Economic. Scientometrics 127, 2055–2084.

3. Cockburn, I. M., Henderson, R., and Stern, S. (2019). The Impact of Artificial Intelligence on Innovation, in: Agrawal, A., Gans, J. Goldfarb and (Eds.), The Economic of Artificial Intelligence: An Agenda. University of Chicago Press, pp. 115–146.

4. Ghoddusi, H., Creamer, G. G., and Rafizadeh, N. (2019). Machine learning in energy Economic and finance: A review. Energy Economic, 81, 709–727.

5. Ruiz Estrada, M.A. (2017). "An Alternative Graphical Modeling for Economic: Econographicology." Quality and Quantity, 51(5):2115-2139.

The article has been sent to the editors 28.07.23.
After processing 10.08.23.
Submitted for printing 15.08.23.